

【特許請求の範囲】

【請求項1】 時分割多重方式とデジタル変調方式とを用いた無線通信システムの受信器の復調装置に備えられ、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを1シンボル当たり1つ以上、連続的に生成する差分ベクトル生成部と、生成した差分ベクトルの大きさを正規化するベクトル正規化部と、比較する既知の時分割多重用フレーム同期信号のシンボル間隔での差分ベクトル系列である既知差分ベクトル系列と同じ長さだけ正規化した差分ベクトル系列と既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列とのベクトル相関をとりフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部とを具備するフレーム同期相関器を備えたフレーム信号処理装置。

【請求項2】 時分割多重方式とデジタル変調方式とを用いた無線通信システムの受信器の復調装置に備えられ、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、系列の要素の間隔が受信変調波の1シンボル分で、比較する既知差分ベクトル系列と同じ長さを持つ差分ベクトル系列を1シンボル当たり1つ以上、連続的に生成する差分ベクトル生成部と、生成した差分ベクトル系列の要素の大きさを正規化するベクトル正規化部と、正規化した差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列とのベクトル相関をとりフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部とを具備するフレーム同期相関器を備えたフレーム信号処理装置。

【請求項3】 時分割多重方式とデジタル変調方式とを用いた無線通信システムの受信器の復調装置に備えられ、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号と既知差分ベクトル系列からフレーム系列相関信号を生成する請求項1、2記載のいずれかのフレーム同期相関器と、生成したフレーム系列相関信号からフレーム同期信号を生成する同期信号生成部とを具備し、フレーム系列相関信号の大きさと、設定したしきい値の大きさを比較して、フレーム系列相関信号の大きさがしきい値を越える点の平均をフレーム同期点としてフレーム同期信号を生成することを特徴とするフレーム同期器を備えたフレーム信号処理装置。

【請求項4】 時分割多重方式とデジタル変調方式とを用いた無線通信システムの受信器の復調装置に備えられ、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号と既知差分ベクトル系列からフレーム系列相関信号を生成する請求項1、2記載のいずれかのフレーム同期相関器と、相関器で生成した差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列を用いて周波数オフセット量を推定する周波数オフセット推定部と、推定された周波数オフセット量を用いてベースバンド信号の位相回転を行い周波数補正を行う周波数補正部とを具備し、フレーム系列相関信号の大きさが設定値を越えた場合にのみ、周波数オフ

セット推定部によって差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列から周波数オフセット量を推定し、周波数補正部によって周波数オフセットの補正を行うことを特徴とする周波数オフセット補正器を備えたフレーム信号処理装置。

【請求項5】 時分割多重方式とデジタル変調方式とを用いた無線通信システムの受信器の復調装置に備えられ、受信変調波を非同期直交検波しサンプリングした直交ベースバンド信号を正規化するベクトル正規化部と、
10 正規化されたベクトルをシンボル・レートに対し2倍以上の整数倍のクロックでサンプリングして蓄えるシフトレジスタ部と、シフトレジスタからシンボル間隔でベクトルを読み出して必要な長さの差分ベクトル系列を生成する差分ベクトル生成部と、差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列との相関をとり相関信号を生成するベクトル相関部と、生成した相関信号の変化からシンボル識別点を推定して参照信号を発生するシンボル識別点推定部とを具備し、ある範囲内では周波数オフセットの影響を受けずに、受信変調波と既知のフレーム同期信号の相
20 関の変化からシンボル識別点を推定することを特徴とする時分割多重用シンボル識別点抽出器を備えたフレーム信号処理装置。

【請求項6】 シンボル識別点推定部は、相関信号の変化からシンボル識別点を推定する際に、相関信号の大きさが設定値を越えるベクトルの組が設定個数以上連結していた場合、その連結組数が奇数ならば中央、偶数ならば中央に最も近い2組のどちらかのタイミングをシンボル識別点と推定することを特徴とするTDMA用シンボル識別点抽出器を備えた請求項5記載のフレーム信号処理装置。
30

【請求項7】 相関信号と比較する設定値および相関信号の大きさが設定値を越えるベクトルの組の連結組数と比較する設定組数が、外部からの信号で変更可能であることを特徴とする請求項6記載のフレーム信号処理装置。

【請求項8】 変調は $\pi/4$ シフトQPSK変調とし、ベクトル相関部では、フレーム同期信号の差分ベクトル系列のかわりにそれを複素平面上で $-\pi/4$ ラジアン回転したベクトル系列を用いることを特徴とする時分割多重用シンボル識別点抽出器を備えた請求項5記載のフレーム信号処理装置。
40

【請求項9】 時分割多重方式とデジタル変調方式とを用いた無線通信システムの受信器の復調装置に備えられ、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号と既知差分ベクトル系列からフレーム系列相関信号を生成する請求項1、2記載のいずれかのフレーム同期相関器と、相関器で生成した差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列を用いて周波数オフセット量を推定する周波数オフセット推定部と、推定された周波数オフセッ
50 ト量を用いて、受信器の局部発振器の周波数を制御する

局部発振器制御信号を生成する局部発振器制御信号生成部を具備し、フレーム系列相関信号の大きさが設定値を越えた場合にのみ、周波数オフセット推定部によって差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列から周波数オフセット量を推定し、局部発振器制御信号生成部で生成された局部発振器制御信号によって受信器の局部発振器の周波数オフセットの補正を行うことを特徴とする周波数オフセット補正器を備えたフレーム信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は時分割多重（以下、TDMAと称する）を用いたデジタル無線通信システムの受信器に利用されるもので、変調波を受信し復調する際に、周波数オフセットとが大きい環境下でも、フレーム同期信号の元となる相関信号を生成できるフレーム同期相関器を備えたフレーム信号処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタルデータの通信を行うTDMAを用いたデジタル無線通信システムの研究開発が盛んである。データを時分割して通信するTDMAシステムにおいては、各フレームの同期をとるフレーム同期信号が必要である。上記フレーム同期信号を発生する手段の1つとして、受信した信号のベクトル系列と既知のフレーム同期信号のベクトル系列との相関をとり相関信号を発生するフレーム同期相関器を用いる方法がある。（「ファスト アダプティブ イコライザフォー ナローバンド テー・デー・エム・エー モービル レディオ」アイ・イー・イー・イー：G. D'Aria, R. Piermarini, and V. Zingarelli, "Fast Adaptive Equalizers for Narrow-Band TDMA Mobile Radio", IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 40, No. 2, May 1991, pp.392-404、芹澤隆、小倉浩嗣、"既知信号との相関を用いたキャリア周波数オフセット量検出法", 電気通信学会論文(B-II), J75-B-II, 12, pp. 884-895) 以下に従来のフレーム同期相関器について説明する。

【0003】図9は従来のフレーム同期相関器のブロック構成を示すものである。図9において、901は受信した信号を非同期直交検波した直交ベースバンド信号である。902は既知ベクトル系列で、903はベースバンド信号と既知ベクトル系列のベクトル相関をとるベクトル相関部である。905は加算器、904は2つのベクトル系列から計算されたベクトル相関信号である。

【0004】以上のように構成されたフレーム同期相関器について、以下その動作について説明する。まず、受信した信号を非同期直交検波した直交ベースバンド信号901は、相関を計算する既知ベクトル系列902と同じ長さだけベクトル相関部903に蓄えられる。つぎに、既知ベクトル系列902と蓄えられた直交ベースバンド信号とのシンボル毎のベクトル相関が計算され、計

算されたベクトル相関値のベクトル和が加算器905で加算され、ベクトル相関信号904として出力される。この出力されたベクトル相関信号904の大きさがベクトル系列の相関度を示す。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従来の構成では、ノイズによる影響を軽減するために相関を取るベクトル系列の長さを長くすればするほど、周波数オフセットに起因するベクトル系列中の位相回転量による影響が大きくなり、大きな周波数オフセットが存在する環境下ではベクトル相関信号の大きさが不十分になるという課題を有していた。

【0006】本発明は上記従来の課題を解決するもので、TDMAを用いたデジタル無線通信システムの受信器において、大きな周波数オフセットが存在する環境下でも、フレーム同期信号の元となるベクトル系列相関信号を生成できるフレーム同期相関器を備えたフレーム信号処理装置を提供し、また、これを利用したフレーム同期信号やシンボル識別点の抽出、周波数オフセット量の推定とその補償手段を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明のフレーム信号処理装置は、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを1シンボル当たり1つ以上、連続的に生成する差分ベクトル生成部と、生成した差分ベクトルの大きさを正規化するベクトル正規化部と、比較する既知差分ベクトル系列と同じ長さだけ正規化した差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列とのベクトル相関をとり相関信号を生成するベクトル相関部とを具備し、ベクトル相関の値を相関信号として発生するフレーム同期相関器を備える構成を有している。

【0008】

【作用】この構成によって、大きな周波数オフセットが存在する環境下でも、受信変調波のベクトル系列中に周波数オフセットによる誤差が多く含まれるような場合においても、差分をとることによって周波数オフセットによる位相の変化を打ち消すことができるので、周波数オフセットに影響されずにフレーム同期信号の元となる相関信号を生成できるフレーム同期相関器を得ることができる。

【0009】

【実施例】（実施例1）以下、本発明の第1の実施例について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の第1の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるフレーム同期相関器のブロック結線図である。

【0010】図1において、101は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、102は1シンボル前の直交ベースバンド信号の複素共役と現在の直交

ベースバンド信号101のベクトル積をとる差分ベクトル生成部、103はベクトルの大きさが一定値になるように正規化するベクトル正規化部、104は正規化した差分ベクトル系列と既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列の複素共役とのベクトル積をとり得られたベクトル相関のベクトル和をベクトル相関信号106として出力するベクトル相関部、105は相関をとる既知差分ベクトル系列生成部である。

【0011】以上のように構成されたフレーム信号処理装置のフレーム同期相関器について、図1を用いてその動作について説明する。

【0012】まず、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号101は受信変調波の1シンボル間に複数回サンプリングされた後、差分ベクトル生成部102で、1シンボル前の直交ベースバンド信号の複素共役と現在の直交ベースバンド信号101のベクトル積をとることによって差分ベクトルを生成し、直交ベースバンド信号101のサンプリング時間毎に連続的に出力する。出力された差分ベクトルは、ベクトル正規化部103で、ベクトルの大きさが一定値になるように正規化される。正規化された差分ベクトルはベクトル相関部104内のシフトレジスタに入力される。一方、既知差分ベクトル系列生成部105では、既知差分ベクトル系列の複素共役が生成され、ベクトル相関部104に入力される。

【0013】ベクトル相関部104では、既知差分ベクトル系列と同じ長さだけ、正規化した差分ベクトル系列と既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列の複素共役とのベクトル積をとり、得られたベクトル相関のベクトル和がベクトル相関信号106として出力される。ベクトル相関信号106の大きさが既知フレーム同期信号との系列相関度を示している。

【0014】なお、本実施例によって得られたベクトル相関は、周波数オフセットに基づく1シンボル間の位相オフセット量を位相情報として含んでいる。

【0015】以上本実施例によれば、差分ベクトル生成部102、ベクトル正規化部103、ベクトル相関部104、既知差分ベクトル系列生成部105を設け、2つの差分ベクトル系列の系列相関をとることにより、周波数オフセットの影響を受けずにフレーム相関信号を得ることができる。

【0016】(実施例2)以下、本発明の第2の実施例について図面を参照しながら説明する。図2は本発明の第2の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるフレーム同期相関器のブロック結線図である。

【0017】図2において、201は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、202は差分ベクトル生成部、203はベクトル正規化部、204はベクトル相関部、205は相関をとる既知差分ベクトル系列生成部、206はベクトル相関信号である。

【0018】以上のように構成されたフレーム信号処理装置のフレーム同期相関器について、図2を用いてその動作について説明する。

【0019】まず、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号201は受信変調波の1シンボル間に複数回サンプリングされた後、差分ベクトル生成部202内部のシフトレジスタに入力される。差分ベクトル生成部202では、1シンボル間隔の直交ベースバンド信号から得られる差分ベクトルを、比較する既知差分ベクトル系列と同じ長さだけ生成し、差分ベクトル系列として、直交ベースバンド信号201のサンプリング時間毎に連続的に出力する。出力された差分ベクトル系列は、ベクトル正規化部203で、ベクトルの大きさが一定値になるように正規化される。正規化された差分ベクトル系列はベクトル相関部204に入力される。一方、既知差分ベクトル系列生成部205では、既知差分ベクトル系列の複素共役が生成され、ベクトル相関部204に入力される。ベクトル相関部204では、入力された正規化差分ベクトル系列と既知差分ベクトル系列の複素共役とのベクトル積をとり、得られたベクトル相関のベクトル和がベクトル相関信号206として出力される。ベクトル相関信号206の大きさが既知フレーム同期信号との系列相関度を示している。なお、本実施例によって得られたベクトル相関は、周波数オフセットに基づく1シンボル間の位相オフセット量を位相情報として含んでいる。

【0020】以上本実施例によれば、差分ベクトル生成部202、ベクトル正規化部203、ベクトル相関部204、既知差分ベクトル系列生成部205を設け、2つの差分ベクトル系列の系列相関をとることにより、周波数オフセットの影響を受けずにフレーム相関信号を得ることができる。

【0021】(実施例3)以下、本発明の第3の実施例について、図面を参照しながら説明する。図3は本発明の第3の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるフレーム同期器のブロック結線図である。

【0022】図3において、301は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、302は第1、第2の実施例で示したフレーム同期相関部、303はフレーム同期相関部302から出力されたベクトル相関信号の大きさをあらかじめ設定したフレーム相関しきい値304と比較する相関信号判定部、304はフレーム相関しきい値で、たとえば、正規化したベクトルの大きさを既知差分ベクトル系列長倍した大きさの8割程度である。305は同期信号生成部、306はフレーム同期信号である。

【0023】以上のように構成されたフレーム信号処理装置のフレーム同期器について、図3を用いてその動作について説明する。

【0024】まず、直交ベースバンド信号301を、フ

レーム同期相関部302に入力する。フレーム同期相関部302の構成は、第1、第2の実施例のフレーム同期相関器と同じである。相関信号判定部303では、フレーム同期相関部302から出力されたベクトル相関信号の大きさをあらかじめ設定したフレーム相関しきい値304と比較し、大きいときはHレベル、等しいまたは小さいときはLレベルの信号を判定信号として同期信号生成部305に出力する。同期信号生成部305では入力された判定信号のHレベルが最も集中する時間をフレーム同期信号306の基準位相点とし、フレーム同期相関部302内部の既知フレーム同期信号の長さだけ位相をずらした信号をフレーム同期信号306として出力する。

【0025】以上本実施例によれば、フレーム同期相関部302、相関信号判定部303、同期信号生成部305を設け、フレーム同期相関部302から出力されるベクトル相関信号の大きさを基準にしてフレーム同期信号を生成することにより、周波数オフセットの影響を受けずにフレーム同期信号を得ることができる。

【0026】(実施例4)以下、本発明の第4の実施例について、図面を参照しながら説明する。図4は本発明の第4の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部である周波数オフセット補正器のブロック結線図である。

【0027】図4において、401は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、402はフレーム同期相関部、403はフレーム同期相関部402内部の差分ベクトル生成部、404はフレーム同期相関部402内部の既知差分ベクトル系列生成部、405は差分ベクトル信号、406は既知差分ベクトル信号、407はベクトル相関信号、408は周波数オフセット推定部、409は周波数オフセット補正部、410は補正された直交ベースバンド信号である。

【0028】以上のように構成されたフレーム信号処理装置の周波数オフセット補正器について、図4を用いてその動作について説明する。

【0029】まず、直交ベースバンド信号401を、フレーム同期相関部402に入力する。フレーム同期相関部402の構成は、第1、第2の実施例のフレーム同期相関器と同じである。周波数オフセット推定部408では、フレーム同期相関部402から出力されたベクトル相関信号407の大きさをあらかじめ設定したフレーム相関しきい値と比較して大きいときのみ、差分ベクトル信号405の位相と既知差分ベクトル信号406の位相の位相差の平均値から周波数オフセットに基づく位相回転量を推定する。ここで、フレーム相関しきい値は、たとえば、正規化したベクトルの大きさを既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列長倍した大きさの8割程度である。周波数オフセット補正部409では、周波数オフセット推定部408で推定された周波数オフセットに基づく位相回転量によって直交ベースバンド信号40

1の位相回転を行い、周波数オフセットを補正した直交ベースバンド信号410を出力する。

【0030】以上本実施例によれば、フレーム同期相関部402、周波数オフセット推定部408、周波数オフセット補正部409を設け、フレーム同期相関部402から出力されるベクトル相関信号407が、あらかじめ設定したフレーム相関しきい値を越えたときに、差分ベクトル信号405と既知差分ベクトル信号406から周波数オフセットに基づく位相回転量を推定することにより、大きな周波数オフセットでも補正を行うことができる。

【0031】(実施例5)以下、本発明の第5の実施例について、図面を参照しながら説明する。図5は本発明の第5の実施例におけるフレーム信号処理装置のブロック結線図である。

【0032】図5において、501は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、502は第1、第2の実施例で説明したフレーム同期相関部、503は相関信号判定部、504は推定シンボル識別点参照信号である。

【0033】以上のように構成されたフレーム信号処理装置の動作を説明する。まず、直交ベースバンド信号501をサンプリングした後、フレーム同期相関部502に入力する。フレーム同期相関部502の構成は、第1、第2の実施例のフレーム同期相関器と同じである。ただし、シンボルレートの2倍以上の整数倍のクロックでサンプリングするものとする。

【0034】相関信号判定部503では、相関信号の大きさをフレーム同期相関部502で用いた既知のフレーム同期信号のシンボル数から1引いた数の8割程度にあらかじめ設定した値と比較し、大きいときはHレベル、等しいまたは小さいときはLレベルの信号を発生する。フレーム同期相関部502の出力相関信号の大きさは、フレーム相関がとれたときシンボル識別点付近で局所的に大きな値をとるので、相関信号判定部503の出力がHレベルのタイミングがシンボル識別点と推定できる。

【0035】以上のように本実施例によれば、フレーム同期相関部502、シンボル識別点推定部503を設けることにより、ある範囲での周波数オフセットの影響を受けずにシンボル識別点を推定し、参照信号を発生することができる。

【0036】(実施例6)以下、本発明の第6の実施例について、図面を参照しながら説明する。図6は本発明の第6の実施例におけるフレーム信号処理装置のブロック結線図である。

【0037】図6において、601は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、602は第1、第2の実施例で説明したフレーム同期相関部、603は相関信号判定部、604はカウンタ、605は相関信号判定部603とカウンタ604の出力を使ってシンボル

識別点を推定し、位相を修正しながらシンボル同期信号に相当する信号を発生するループカウンタ、606はその推定シンボル識別点参照信号である。

【0038】以上のように構成されたフレーム信号処理装置の動作を説明する。まず、サンプリングした直交ベースバンド信号601を、フレーム同期相関部602に入力する。フレーム同期相関部602の構成は、第1、第2の実施例のTDMA用フレーム同期相関器と同じである。ただし、シンボルレートの2倍以上の整数倍（以下N倍とする）のクロックでサンプリングするものとする。

【0039】相関信号判定部603では、フレーム系列相関信号の大きさをフレーム同期相関部602で用いた既知のフレーム同期信号のシンボル数から1引いた数の8割程度にあらかじめ設定した値と比較し、大きいときはHレベル、等しいまたは小さいときはLレベルの信号を発生する。フレーム同期相関部602の出力相関信号の大きさは、フレーム相関がとれたときシンボル識別点付近で局所的に大きな値をとるので、相関信号判定部603の出力が連続してHレベルになる区間の中央がシンボル識別点と推定できる。ループカウンタ605は相関信号判定部603とカウンタ604の出力を使ってシンボル識別点を推定し、位相を修正しながらシンボル同期信号に相当する信号を発生する。カウンタ604は、受信変調波を非同期直交検波したベースバンド信号をサンプリングするクロックと同じクロックを使い、相関信号判定部602の出力が連続してHレベルになる区間の長さを数え、その値を出力する。またLレベルの時は0を出力する。ループカウンタ部も同じクロックを使い、0、1、…、N-2、N-1、Nを繰り返しカウントし、Nになったときを仮にシンボル識別点とするN分周クロックを出力する。相関信号判定部603の出力が変化しないとき、またはLレベルからHレベルになるとき、位相の修正を行う必要はない。HレベルからLレベルに下がるときには位相を修正する必要があるが、その直前のカウンタ604の出力をNの5割程度のあらかじめ設定した値と比較し、小さいか等しいときは位相を修正しない。これは、本来相関がとれないにも関わらず、ノイズや信号の変化点で相関信号が瞬間的に大きくなるのを無視するためである。一方、カウンタの出力が設定値より大きいときは、カウンタの出力を2で割った商でループカウンタの値を強制的に更新する。ただし、ここでいう2で割った商とは、奇数に対しては2で割って小数部切り上げた値、偶数に対しては2で割った値またはそれに1を加えた値である。カウンタとループカウンタの動作の模式図を図7に示す。相関信号判定部603の出力が連続してHレベルになる区間の長さすなわちカウンタの値Kが、修正の条件である設定値よりも大きいとき、ループカウンタの値をK/2に更新しNまで数えれば、上記推定を実現できる。

【0040】以上のように、フレーム同期相関部602、相関信号判定部603、カウンタ604、ループカウンタ部605を設けることにより、シンボル識別用シンボルクロックに相当する信号を発生させることができる。

【0041】（実施例7）以下、本発明の第7の実施例について説明する。

【0042】第6の実施例において、相関信号判定部603でフレーム系列相関信号と比較する設定値、およびループカウンタ部でカウンタの出力と比較する設定値の設定によって、伝送路の条件が悪いときにシンボル識別点を全く抽出できなくなることがある。これを避けるために、外部で伝送路の品質を判定する判定部を設け、当該判定部からの制御信号によって設定を変更できるようにする。これにより、伝送路の条件に応じて処理をすることができる。なお、判定部は既知の種々の構成が可能である。

【0043】（実施例8）以下、本発明の第8の実施例について説明する。

【0044】第1の実施例、第2の実施例におけるフレーム同期相関器では、既知差分ベクトル系列を使い、周波数オフセットのベクトル情報を含んだフレーム系列相関信号を生成している。変調方式が $\pi/4$ シフトQPSK変調のとき、既知差分ベクトル系列は複素平面上で、偏角が $\pm\pi/4$ ラジアン、 $\pm3\pi/4$ ラジアンの4種類のベクトルの系列となる。これらを $-\pi/4$ ラジアン回転することによってベクトルは複素平面の座標軸と重なり、ベクトルは実数成分または虚数成分のみで表現できる。

【0045】よって、複素平面上で $-\pi/4$ ラジアン回転した既知差分ベクトルを使うことにより、相関の計算においてベクトルの差分をとるとき片方の座標が0になり、計算量を軽減することができる。既知差分ベクトル系列の回転による相関信号の大きさの変化はないので、相関信号の大きさのみが必要なときはそのまま相関部出力としてよい。また、周波数オフセットのベクトル情報を必要とするときは、系列の差分の総和を計算の後、複素平面上で $\pi/4$ ラジアン回転して相関部出力とする。

【0046】以上のように、変調方式が $\pi/4$ シフトQPSK変調のとき、既知差分ベクトル系列に複素平面上で $-\pi/4$ ラジアン回転したベクトル系列を用いることで、相関部の計算量を軽減することができる。

【0047】（実施例9）以下、本発明の第9の実施例について、図面を参照しながら説明する。図8は本発明の第9の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部である周波数オフセット補正器のブロック結線図である。

【0048】図8において、801は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、802はフレーム同期相関部、803はフレーム同期相関部802内部の差分ベクトル生成部、804はフレーム同期相関部8

02内部の既知差分ベクトル系列生成部、805は差分ベクトル信号、806は既知差分ベクトル信号、807はベクトル相関信号、808は周波数オフセット推定部、809は局部発振器制御信号生成部、810は局部発振器制御信号である。

【0049】以上のように構成されたフレーム信号処理装置の周波数オフセット補正器について、図8を用いてその動作について説明する。まず、直交ベースバンド信号801を、フレーム同期相関部802に入力する。

【0050】フレーム同期相関部802の構成は、第1、第2の実施例のフレーム同期相関器と同じである。周波数オフセット推定部808では、フレーム同期相関部802から出力されたベクトル相関信号807の大きさをあらかじめ設定したフレーム相関しきい値と比較して大きいときにのみ、差分ベクトル信号805の位相と既知差分ベクトル信号806の位相の位相差の平均値から周波数オフセットに基づく位相回転量を推定する。ここで、フレーム相関しきい値は、たとえば、正規化したベクトルの大きさを既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列長倍した大きさの8割程度である。局部発振器制御信号生成部809では、周波数オフセット推定部808で推定された周波数オフセットに基づく位相回転量によって局部発振器制御信号810の補正を行い局部発振器に出力する。

【0051】以上本実施例によれば、フレーム同期相関部802、周波数オフセット推定部808、局部発振器制御信号生成部809を設け、フレーム同期相関部802から出力されるベクトル相関信号807が、あらかじめ設定したフレーム相関しきい値を越えたときに、差分ベクトル信号805と既知差分ベクトル信号806から周波数オフセットを推定することにより、大きな周波数オフセットでも補正を行うことができる。

【0052】なお、第1、2の実施例では既知差分ベクトル系列の複素共役を生成する既知差分ベクトル系列生成部105、205を用いる構成で説明したが、はじめから複素共役をとった形で既知差分ベクトル系列を保持する構成でもよい。また、フレーム相関信号を得るだけならば、複素共役をとる必要はない。

【0053】また、第1、2の実施例では直交ベースバンド信号のサンプリングを1シンボル当たり2サンプルとし、既知差分ベクトル系列の長さを5シンボル分とした図1、2の構成を用いているが、任意の独立な自然数でよいことは言うまでもない。

【0054】また、第4、9の実施例では周波数オフセット推定部408、808での周波数オフセットの推定を平均を用いて行ったが、LMSやRLSなどのアルゴリズムを適用した再帰ループを用いてもよい。

【0055】

【発明の効果】以上のように本発明は、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、系列の要

素の間隔が1シンボルで、比較する既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列と同じ長さを持つ差分ベクトル系列を、1シンボル当たり1つ以上、連続的に生成する差分ベクトル生成部と、生成した差分ベクトル系列の要素の大きさを正規化するベクトル正規化部と、正規化した差分ベクトル系列と既知のフレーム同期信号の差分ベクトル系列との相関をとり相関信号を生成するベクトル相関部とを設けることにより、大きな周波数オフセットが存在する環境下においても、差分ベクトルの相関値をフレーム同期用の相関信号として得ることができるフレーム同期相関器を備えた優れたフレーム信号処理装置を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるフレーム同期相関器のブロック結線図

【図2】本発明の第2の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるフレーム同期相関器のブロック結線図

20 【図3】本発明の第3の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるフレーム同期器のブロック結線図

【図4】本発明の第4の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部である周波数オフセット補正器のブロック結線図

【図5】本発明の第5の実施例におけるフレーム信号処理装置のブロック結線図

【図6】本発明の第6の実施例におけるフレーム信号処理装置のブロック結線図

30 【図7】本発明の第6の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部であるカウンタとループカウンタの動作の模式図

【図8】本発明の第9の実施例におけるフレーム信号処理装置の要部である周波数オフセット補正器のブロック結線図

【図9】従来のフレーム信号処理装置のブロック結線図

【符号の説明】

102、202、403、803 差分ベクトル生成部

103、203 ベクトル正規化部

104、204、903 ベクトル相関部

40 105、205、404、804 既知差分ベクトル系列生成部

302、402、502、602、802 フレーム同期相関部

303、503、603 相関信号判定部

305 同期信号生成部

408、808 周波数オフセット推定部

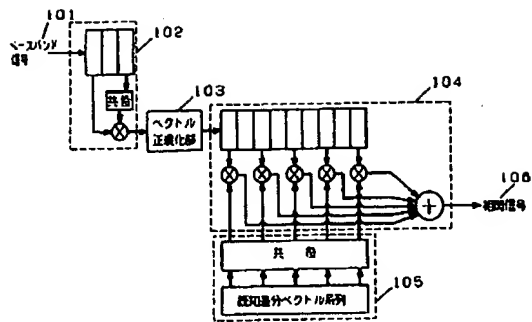
409 周波数オフセット補正部

604 カウンタ

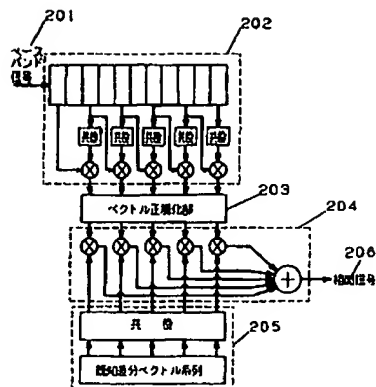
605 ループカウンタ

50 809 局部発振器制御信号生成部

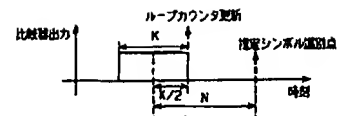
【図1】



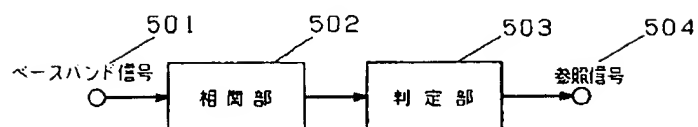
【図2】



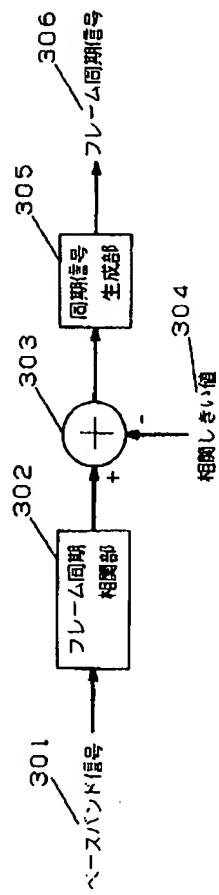
【図7】



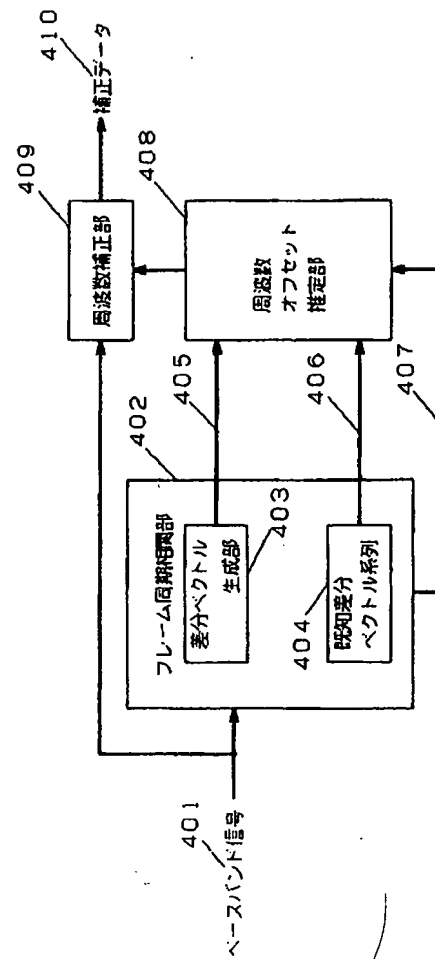
【図5】



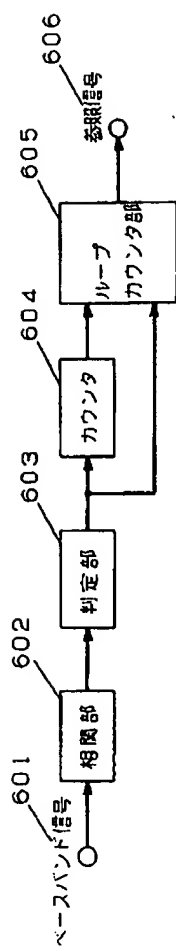
【図3】



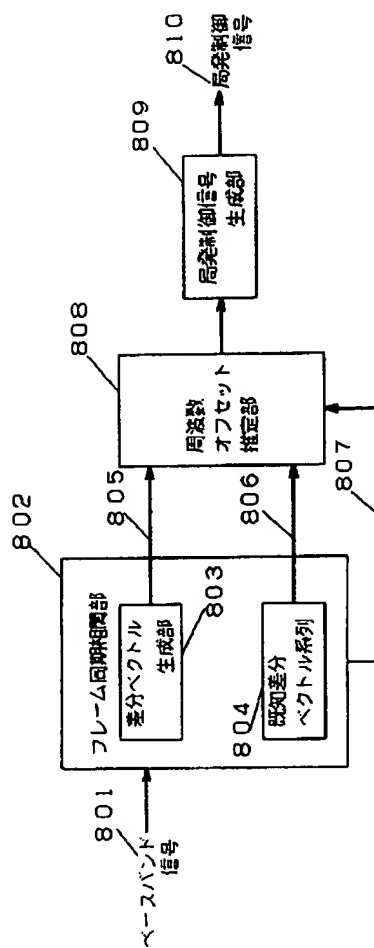
【図4】



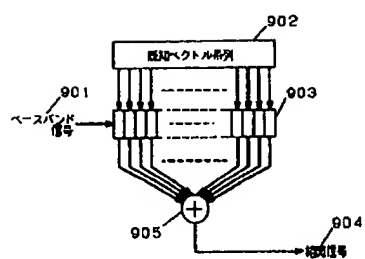
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 美細津 公英
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

(72)発明者 大西 博
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内